



---

## VIVIENDAS DE ENTRAMADO LIGERO DE MADERA Y DE CONSTRUCCIÓN HÚMEDA. COMPARACIÓN DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO, CONDICIONES DE HABITABILIDAD Y ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN

Augusto BOUVIER<sup>1</sup>, Fiorella MATTIASSI<sup>2</sup>

### RESUMEN

La construcción de viviendas con entramado ligero de madera (ELM) es una opción muy conveniente si se tienen en cuenta los costos, la rapidez de construcción, las prestaciones al usuario y los beneficios medioambientales. Estos beneficios no son sólo debido a la utilización de un recurso renovable para materializar la vivienda, sino también al ahorro energético en calefacción/refrigeración. Se expondrán los resultados correspondientes a la evaluación teórica de las condiciones de confort higrotérmico de viviendas, comparando un sistema de construcción húmeda (CH) con un sistema constructivo tipo ELM. Para los cálculos se tomaron como guía las normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) referidas a acondicionamiento térmico de edificios, actualmente de aplicación obligatoria en Provincia de Buenos Aires. Los resultados nos muestran las propiedades superiores de la construcción en madera, que permite alcanzar mayores niveles de confort y mejores condiciones de habitabilidad con un consumo energético menor.

**Palabras clave:** *construcción en madera, aislamiento térmico, ahorro energético.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Hace tiempo, tanto actores públicos como privados, están difundiendo una tecnología de construcción de edificios con sistema de ELM (también llamado Wood frame, Platform frame o Balloon frame). Este sistema posee diferentes características que lo vuelven interesante: utiliza materiales de producción regional y bajo impacto ambiental, como el *Eucalyptus grandis*; los plazos de obra son significativamente menores a los de la construcción húmeda (CH); alcanza altos niveles de confort ambiental con un bajo requerimiento de energía; evita riesgos de condensación del vapor de agua; permite la prefabricación en taller y además, es muy flexible ya que se adapta a la gran mayoría de los proyectos de arquitectura residencial, permite variadas terminaciones, niveles de aislación, aberturas, entre otras cosas (Sánchez Acosta et al., 2011; Mac Donell, 2014).

A nivel país, Argentina ha declarado de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía (Decreto 1030/10), por lo que es de vital importancia que la eficiencia energética sea una meta en la industria, en las viviendas, en los transportes, etc. Particularmente en la industria de la construcción esa eficiencia debe lograrse atendiendo tanto a la calidad de la vivienda, como al gasto energético y medioambiental que implica su construcción y posterior uso y mantenimiento. Como muestra de esto poco a poco van surgiendo nuevas legislaciones que obligan a los actores involucrados en la construcción a alcanzar niveles mínimos de aislamiento térmico y condiciones mínimas de habitabilidad.

En el presente trabajo se muestra un resumen de los valores obtenidos a partir de la aplicación de las principales normas IRAM relacionadas al acondicionamiento térmico de edificios (Normas IRAM N<sup>o</sup>. 11.549, 11.601, 11.603, 11.604, 11.605 y 11.625). Como modelos para el análisis teórico se utilizó la misma vivienda mostrada en los planos, materializada con los dos sistemas constructivos antes

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. UTN FRCU. Autónomo. Realiza trabajos para Viviendas Abuelo Sixto. Contacto: [augustobouvier@hotmail.com](mailto:augustobouvier@hotmail.com). (03447) 1540 1561

<sup>2</sup> Estudiante Ingeniería Civil. UTN FRCU



nombrados. Se presentan los valores de transmitancia térmica de muros, techos y pisos que son comparados con los máximos admisibles. Se evalúa el riesgo de condensación superficial e intersticial de los cerramientos. Se determina el coeficiente global de pérdidas de calor y se lo compara con el máximo admisible. Finalmente, se calculan las cargas térmicas necesarias para calefaccionar la vivienda en ambos sistemas constructivos. Se demuestra que una vivienda materializada en ELM respeta las principales normativas de acondicionamiento térmico de edificios, actualmente de aplicación no obligatoria en Entre Ríos, pero sí en Buenos Aires y que esto se traduce en un ahorro energético significativo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar en forma teórica el acondicionamiento térmico y las condiciones de habitabilidad de las viviendas se utilizaron las Normas técnicas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación en sus ediciones más recientes, a saber: IRAM 11.549, IRAM 11.601, IRAM 11.603, IRAM 11.604, IRAM 11.605 e IRAM 11.625. Estas normas proveen, entre otras cosas, los mecanismos de cálculos así como valores de referencia que en forma complementaria fueron obtenidos/verificados de folletos de los proveedores de los materiales utilizados. Los planos de la vivienda fueron provistos por la empresa Viviendas Abuelo Sixto y posteriormente fueron modificados por los autores.

A los fines de poder aplicar plenamente la norma IRAM 11.604, se consideró que las viviendas están ubicadas en la ciudad de Gualeguaychú, Entre Ríos. Se presentan plantas, cortes y detalles de las viviendas a ser comparadas, donde se muestran las principales características de interés. La vivienda en estudio posee un diseño similar a los utilizados en la construcción de viviendas de interés social. La misma tiene una superficie cubierta de 64,6 m<sup>2</sup>.



Gráfico 1. Planta esquemática de la vivienda analizada.

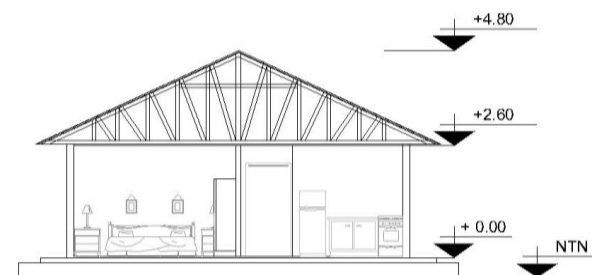
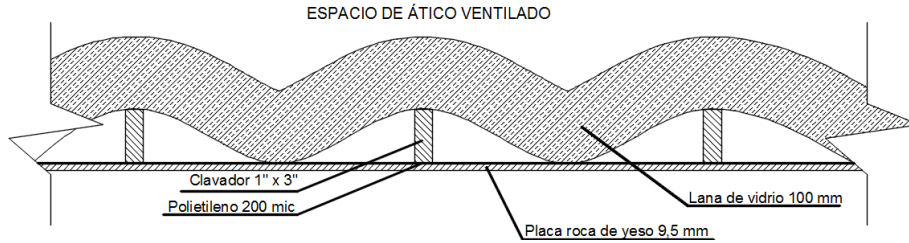
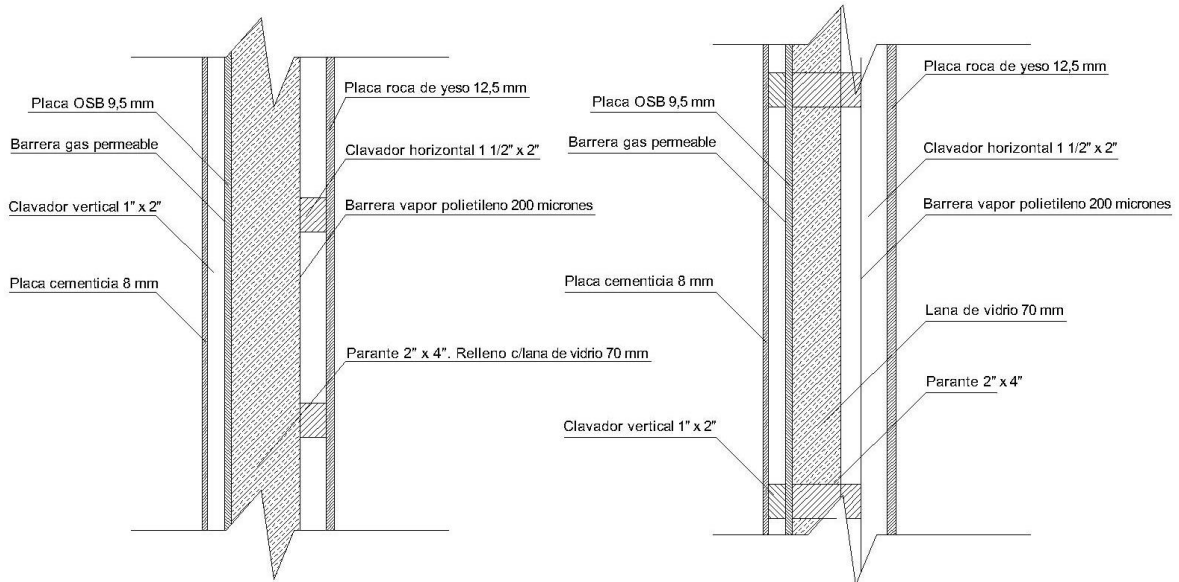


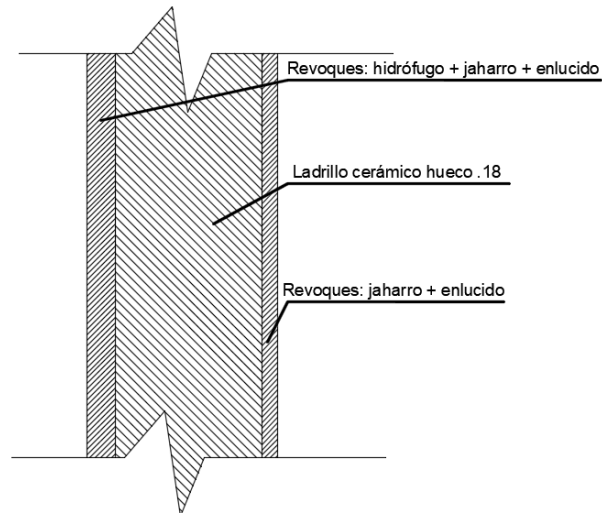
Gráfico 2. Corte esquemático de la vivienda.



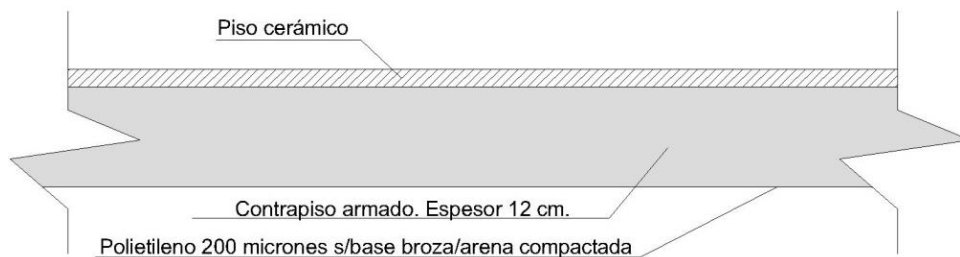
**Gráfico 3.** Corte correspondiente al cielorraso para ambos sistemas.



**Gráfico 4.** Cortes esquemáticos de los muros de ELM.



**Gráfico 5.** Corte correspondiente al muro de CH.



**Gráfico 6.** Corte correspondiente al piso para ambos sistemas.



**Cuadro 1.** Listado de aberturas para la vivienda en ELM y CH

ABERTURAS							
Entramado ligero de madera				Mampostería .18			
Nomenclatura	Dimensiones	Cantidad	Tipo	Nomenclatura	Dimensiones	Cantidad	Tipo
P1	100x205	2	Aluminio ciega	P1	100x205	2	Aluminio ciega
V1	70x140	11	Aluminio DVH (3+6+3)	V1	70x140	11	Aluminio vidrio incoloro común
V1	70x60	1	Aluminio vidrio incoloro común	V1	70x60	1	Aluminio vidrio incoloro común

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a lo acotado del resumen solo se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de las normativas, pero no las tablas utilizadas para su determinación. Para ordenar la lectura, los resultados son mostrados de acuerdo al siguiente esquema:

- Transmitancia térmica (K) de los diferentes cerramientos.
- Cumplimiento de la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial, para cada componente de los cerramientos y para cada sistema constructivo.
- Coeficiente volumétrico de pérdidas de calor (G) para la vivienda en ELM y en CH.
- Carga térmica de calefacción anual.

**Cuadro 2.** Comparativa de la transmitancia térmica (K). Se considera la influencia de puentes térmicos en muros.

COMPARATIVA TRANSMITANCIAS TÉRMICAS				
CONDICIÓN DE VERANO				
COMPONENTE	ENTRAMADO LIGERO DE MADERA		MAMPOSTERÍA .18	
	K cálculo	K máx admisible - Nivel B	K cálculo	K máx admisible - Nivel C
Muro	0.46	1.1	1.78	1.80
Techo	0.37	0.45	0.37	0.72
CONDICIÓN DE INVIERNO				
COMPONENTE	ENTRAMADO LIGERO DE MADERA		MAMPOSTERÍA .18	
	K cálculo	K máx admisible - Nivel B	K cálculo	K máx admisible - Nivel C
Muro	0.48	1	1.78	1.85
Techo	0.37	0.83	0.37	1

El sistema constructivo de ELM nos permite alcanzar niveles de transmitancia térmica menores al máximo admisible para el nivel de confort B que es la categoría mínima exigida en la Ley 13.059 y su decreto reglamentario, mientras que la CH solo llega a cubrir lo exigido para nivel C.

**Cuadro 3.** Verificación del riesgo de condensación para condición de invierno.

VERIFICACIÓN RIESGO DE CONSENSACIÓN INTERSTICIAL				
CONDICIÓN DE INVIERNO				
COMPONENTE	ENTRAMADO LIGERO DE MADERA		MAMPOSTERÍA .18	
	Presenta riesgo de condensación superficial?	Presenta riesgo de condensación intersticial?	Presenta riesgo de condensación superficial?	Presenta riesgo de condensación intersticial?
Muro - Paño central	No	No	No	Si
Muro - Puente térmico	No	No	No se verificó	No se verificó
Techo	No	No	No	No

El sistema constructivo de ELM no presenta riesgo de condensación superficial ni intersticial, en cambio la CH sí. Es importante mencionar que la aparición de riesgo de condensación hace que esta clase de muro no respete lo establecido por la Ley 13.059 y su decreto reglamentario.

**Cuadro 4.** Coeficiente volumétrico de pérdida de calor.

COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE PÉRDIDA DE CALOR			
SISTEMA CONSTRUCTIVO	G cálculo	G admisible	Verifica?
Entramado ligero de madera	1.68	1.95	Si
Mampostería .18	2.50	1.95	No



El sistema constructivo de ELM posee un coeficiente G menor al admisible, mientras que el de la CH es demasiado elevado.

**Cuadro 5.** Carga térmica anual para calefacción.

**CARGA TÉRMICA ANUAL PARA CALEFACCIÓN**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	Q (kW.h)
Entamado ligero de madera	6361.5
Mampostería .18	9432.0

La carga térmica anual necesaria para calefaccionar la vivienda en ELM representa un 67,4% de la necesaria para la vivienda materializada en CH. A este ahorro en la energía requerida debe sumársele el que se alcanzaría en período estival, cuando la energía es utilizada para refrigeración.

#### 4. CONCLUSIONES

El análisis teórico realizado muestra que las viviendas materializadas en ELM permiten respetar las normativas que actualmente la Provincia de Buenos Aires (mediante Ley 13.059/03 y Decreto Reglamentario 1030/10) exige y que, con el paso del tiempo, es probable que las diferentes jurisdicciones comiencen a exigir. Estas exigencias elevan la calidad de vida de los habitantes, permiten obtener una economía en energía y contribuyen a garantizar condiciones de habitabilidad higrotérmica, higiene y salubridad.

El análisis también da una idea de la magnitud del ahorro energético que esta clase de construcciones permiten y que, actualmente, se derrocha debido a nulas o malas aislaciones utilizadas.

Es necesario decir que las buenas condiciones de habitabilidad y el ahorro energético dependen de la calidad de la construcción, sus aislaciones y su comportamiento higrotérmico pero que estas características por sí solas no son suficientes y deben ser reforzadas con una arquitectura bioclimática que tenga en cuenta: asoleamientos, vegetación, vientos, distribución de los ambientes, forma de la construcción sistemas activos/pasivos que permitan aprovechar las energías renovables, entre otros.

#### 5. LITERATURA UTILIZADA

SÁNCHEZ ACOSTA et al. 2011. Casa canadiense de madera de eucalipto, de interés social, en Concordia. XXV Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia. 20 p.

MAC DONNELL H.P. 2014. Los muros exteriores. Análisis de los muros empleados en la actualidad. Revista Vivienda. Buenos Aires. 320 p.

MAC DONNELL H.P. 2015. Introducción al análisis de techos: las formas más difundidas de construirlos. Revista Vivienda. Buenos Aires. 380 p.

MAC DONNELL H.M., MAC DONNELL H.P. 2011. Manual de construcción industrializada. Revista Vivienda. Buenos Aires. 340 p.

AZQUETA P. 2017. Manual Práctico del Aislamiento Térmico para una Construcción Sustentable. Asociación Argentina del Poliestireno Expandido. 179 p.

Ley Provincial 13059/03 y su Decreto Reglamentario 1030/10, ambas de la Provincia de Buenos Aires.

Norma IRAM Nro. 11.549/2002 – Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario.

Norma IRAM Nro. 11.601/2002 – Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total;

Norma IRAM Nro. 11.603/1996 – Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina;

Norma IRAM Nro. 11.604/2001 – Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor;

Norma IRAM Nro. 11.605/1996 – Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K"

Norma IRAM Nro. 11.625/2000 Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales.